

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
28. März 2002 (28.03.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 02/25821 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H04B**

[DE/DE]; Kölner Str. 8. 64293 Darmstadt (DE). **MENDE, Joachim** [DE/DE]; Draustr. 38. 64347 Griesheim (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/08106

(22) Internationales Anmeldedatum:  
13. Juli 2001 (13.07.2001)

(74) **Gemeinsamer Vertreter: DEUTSCHE TELEKOM AG;**  
Rechtsabteilung (Patente) PA1. 64307 Darmstadt (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) **Bestimmungsstaat (national):** US.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

(30) Angaben zur Priorität:  
100 46 240.5 19. September 2000 (19.09.2000) DE

**Veröffentlicht:**  
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

(71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): DEUTSCHE TELEKOM AG** [DE/DE]; Friedrich-Ebert-Allee 140. 53113 Bonn (DE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(72) **Erfinder: und**

(75) **Erfinder/Anmelder (nur für US): DÖRKEN, Heinrich**

(54) **Title:** METHOD FOR MEASURING UNIDIRECTIONAL TRANSMISSION CHARACTERISTICS SUCH AS PACKET PROPAGATION TIME. FLUCTUATIONS IN PROPAGATION TIME AND THE RESULTS WHICH CAN BE DERIVED FROM THIS. IN A TELECOMMUNICATIONS NETWORK

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUR MESSUNG DER UNIDIREKTIONALEN ÜBERTRAGUNGSEIGENSCHAFTEN, WIE PAKETLAUFZEIT, LAUFZEITSCHWANKUNGEN UND DER HIERAUS ABLEITBAREN ERGEBNISSE, IN EINEM TELEKOMMUNIKATIONSNETZ

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for measuring unidirectional transmission characteristics, such as packet propagation time ( $D_{\text{netz}}$ ), fluctuations in propagation time ( $t_{\text{ jitter }}$ ) and results that can be derived from this, in a telecommunications network (10), such as the Internet, an intranet or similar. Multiple switching devices (12 to 22) and other devices (34, 36, 38) are interconnected by connection lines (24) in the telecommunications network. Test packets that are sent between at least two measuring computers (26, 28) are transmitted from the first measuring computer (26) to the second measuring computer (28) via a measuring path (32). The first measuring computer (26) detects the departure time ( $t_1$ ) of the outgoing test packet. This time is sent with the test packet. The second measuring computer (28) detects the arrival time ( $t_2$ ) of the test packet. The propagation time ( $D_{\text{netz}}$ ) of the test packet - the measuring result - is determined by calculating the difference between the time of departure from the first measuring computer (26) and the time of arrival in the second measuring computer (28). According to the invention, the two measuring computers (26, 28) are time-synchronised for the determination of the measuring result, the time being continuously transmitted to both measuring computers (26, 28) through satellite systems (30), for example GPS.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung der unidirektionalen Übertragungseigenschaften, wie Paketlaufzeit ( $D_{\text{netz}}$ ), Laufzeitschwankungen ( $t_{\text{ jitter }}$ ) und der hieraus ableitbaren Ergebnisse, in einem Telekommunikationsnetz (10), wie Internet, Intranet oder ähnliches. In dem Telekommunikationsnetz sind mehrere Vermittlungseinrichtungen (12 bis 22) und weitere Einrichtungen (34, 36, 38) über Verbindungsleitungen (24) miteinander verbunden. Zwischen zumindest zwei Messrechnern (26, 28) werden Testpakete von dem ersten Messrechner (26) über eine Messstrecke (32) zu dem zweiten Messrechner (28) übertragen. Der erste Messrechner (26) erfasst den zeitlichen Abgang ( $t_1$ ) des abgehenden Testpakets. Diese Uhrzeit wird mit dem Testpaket übermittelt. Der zweite Messrechner (28) erfasst den zeitlichen Eingang ( $t_2$ ) des Testpakets. Durch Differenzbildung zwischen der Uhrzeit des Abgangs von dem ersten Messrechner (26) und der Uhrzeit des Eingangs in dem zweiten Messrechner (28) wird die Laufzeit ( $D_{\text{netz}}$ ) des Testpakets - Messergebnis - ermittelt. Nach der Erfindung werden die beiden Messrechner (26, 28) für die Ermittlung des Messergebnisses zeitlich synchronisiert, indem durch Satellitensysteme (30), beispielsweise GPS, beiden Messrechnern (26, 28) fortlaufend die Uhrzeit übermittelt wird.

WO 02/25821 A2

## B E S C H R E I B U N G

5      Verfahren zur Messung der unidirektionalen Übertragungseigenschaften, wie Paketlaufzeit, Laufzeitschwankungen und der hieraus ableitbaren Ergebnisse, in einem Telekommunikationsnetz

10     Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung der unidirektionalen Übertragungseigenschaften, wie Paketlaufzeit, Laufzeitschwankungen und der hieraus ableitbaren Ergebnisse, in einem Telekommunikationsnetz gemäß der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Art,  
15     sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß dem Anspruch 14.

20     Es ist bekannt, Messungen der unidirektionalen Übertragungseigenschaften, wie Paketlaufzeit, Laufzeitschwankungen oder ähnliches, in einem Telekommunikationsnetz, wie Internet, Intranet oder ähnliches, zwischen zumindest zwei Messrechnern durchzuführen. Hierbei werden von einem ersten Messrechner ein Testpaket zu einem anderen zweiten Messrechner übertragen, wobei der erste  
25     Messrechner den zeitlichen Abgang des abgehenden Testpaketes erfasst und diese Uhrzeit mit dem Testpaket mit übermittelt und der zweite Messrechner den zeitlichen Eingang des Testpakets erfasst und durch Differenzbildung zwischen der Uhrzeit des Abgangs von dem ersten  
30     Messrechner und der Uhrzeit des Eingangs in dem zweiten Messrechner die Laufzeit des Testpakets - Messergebnis - ermittelt. Die Uhrzeit des Abgangs von dem ersten Messrechner erkennt der zweite Messrechner aus dem Testpaket, in dem die Information als Zeitmarke enthalten ist.  
35

Die Zeitmarken können durch verschiedene Verfahren gewonnen werden: vor dem Absenden des Testpaketes ermitteln die Messrechner von einem dritten Rechner über das Telekommunikationsnetz die Uhrzeit. Der dritte Rechner gibt somit die Referenzzeit für die beiden Messrechner vor.

Problematisch bei diesem Verfahren ist jedoch, dass es zu Zeitschwankungen aufgrund unterschiedlicher Übermittlungszeiten der Uhrzeit an die Messrechner kommt. Die Messergebnisse werden dadurch ungenau und können zur Qualitätsbetrachtung der unidirektionalen Übertragungseigenschaften in einem Telekommunikationsnetz nicht verwendet werden.

Des Weiteren sind auch die bekannten Umlaufmessungen im Telekommunikationsnetz, also Messung der Paketlaufzeit von dem ersten Messrechner über den zweiten Messrechner und zurück, viel zu ungenau, da eine symmetrische Verbindung zwischen den beiden Messrechnern nicht vorausgesetzt werden kann. Beispielsweise kann die Verbindung von dem ersten Messrechner zu dem zweiten Messrechner einen ersten Weg nehmen und die Verbindung von dem zweiten Messrechner zu dem ersten Messrechner einen zweiten Weg, der ungleich dem ersten Weg ist. Insofern sind auch Aussagen über die Paketlaufzeiten bei diesen Messverfahren für eine Betrachtung der unidirektionalen Übertragungseigenschaften nicht brauchbar, wenn man die Paketlaufzeit der Umlaufmessung durch zwei dividieren würde, um eine unidirektionale Laufzeit zu erhalten.

Die Realisierung neuer Dienste im Telekommunikationsnetz, insbesondere dem Internet, erfordert aber eine mehr oder weniger garantierte Übertragungsrate, beispielsweise für die Übertragung von Druckaufträgen an Druckereien. Gefordert wird auch eine obere Grenze für

Paketverzögerung und Laufzeitschwankung, z. B. für IP-Telefonie- und Videokonferenz.

5 Das entscheidende Qualitätsmerkmal ist dabei aber die unidirektionale Paketlaufzeit, die daraus ableitbaren Laufzeitschwankungen, die Paketverluste, der Durchsatz und die Erreichbarkeit.

10 Hieraus ist es dann möglich, dem Kunden für einen oder mehrere dieser Parameter Maximalwerte für Paketlaufzeiten, Laufzeitschwankungen und Verluste und/oder Minimalwerte für den Durchsatz zuzusichern. Zudem muss die Einhaltung dieser Werte vom Diensteanbieter und dem Kunden überprüfbar sein.

15 Die unidirektionale Paketlaufzeit entspricht dabei der Differenz zwischen dem Zeitpunkt  $t_1$ , wenn das erste Bit eines Testpakets von einem ersten Messrechner gesendet wurde, und dem zweiten Zeitpunkt  $t_2$ , wenn das letzte  
20 Bit des Testpakets von dem zweiten Messrechner empfangen wurde. Die Paketlaufzeit  $D_{\text{netz}}$  in einem Telekommunikationsnetzwerk ergibt sich damit zu  $D_{\text{netz}} = t_2 - t_1$ .

25 Unter unidirektionalen Laufzeitschwankungen versteht man die Differenzen zwischen den unterschiedlichen Laufzeiten der Testpakete von einem ersten Messrechner - Quelle - zum zweiten Messrechner - Senke. Die Laufzeitschwankung wird immer nur für eine Übertragungsrichtung betrachtet.

30 Bei der Definition wird noch folgende Unterscheidung gemacht:

35 Auf der einen Seite wird von einer definierten Quelle oder einem ersten Messpunkt zu einer definierten Senke oder einem zweiten Messpunkt ein Paar von Testpaketen übertragen. Dann ist die Laufzeitschwankung die Diffe-

renz zwischen der gemessenen Laufzeit des zweiten Testpakets und der gemessenen Laufzeit des ersten Testpakets des gesendeten Paares von Testpaketen.

5 Auf der anderen Seite wird ein Strom von Testpaketen von einer definierten Quelle oder einem ersten Messpunkt zu einer definierten Senke oder einem zweiten Messpunkt übertragen. Ein Paketstrom wird dabei durch logisch aufeinanderfolgende Testpakete gebildet, - nu-

10 merierte Pakete -, die in einer festen Reihenfolge übertragen werden. Dabei ist die Laufzeitschwankung die Differenz zwischen der gemessenen unidirektionalen Laufzeit eines Testpakets und der gemessenen Laufzeit des Vorgängerpakets. Allgemein gilt:

15  $t_{\text{jitter}} = D_n - D_{n-1}$ .  $D_n$  ist die unidirektionale Laufzeit des Testpaketes  $n$  und  $D_{n-1}$  die Laufzeit des Paketes  $n-1$ .  $t_{\text{jitter}}$  ist dann die Laufzeitschwankung. Das Auftreten der Laufzeitschwankung ist eine unmittelbare Folge von verschiedenen Laufzeiten der Testpakete.

20 Unter einem Paketverlust wird verstanden, wenn das erste Bit eines einzelnen Testpaketes, das von einer definierten Quelle zu einer definierten Senke gesendet wird, die Senke nicht erreicht. Von einem Paketverlust

25 spricht man weiterhin, wenn ein Testpaket, das beim Empfänger eintrifft, aber bei dem mindestens ein Bit verfälscht ist, oder ein Testpaket, dessen Laufzeit einen vorbestimmten Zeitraum, beispielsweise 255 Sekunden, überschreitet.

30 Betrachtet wird dabei nur eine Übertragungsrichtung. Die Messdaten werden erfasst, indem ein empfangenes Testpaket als "1" zählt, ein Paketverlust als "0". Der Paketverlust wird über ein definiertes Zeitintervall

35 gemessen. Beim Empfänger ist bei der Wahl des Messintervalls die Verzögerung durch Laufzeit zu berücksichtigen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Messung der unidirektionalen Übertragungseigenschaften, wie Paketlaufzeit, Laufzeitschwankungen und  
5 der hieraus ableitbaren Ergebnisse in einem Telekommunikationsnetz derart weiterzubilden, dass unter Vermeidung der genannten Nachteile eine präzisere Messung ermöglicht wird.

10 Diese Aufgabe wird für das Verfahren durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 in Verbindung mit seinen Oberbegriffsmerkmalen und für die Vorrichtung durch den Anspruch 14 gelöst.

15 Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass von entscheidender Bedeutung für die Qualität des Messergebnisses die Qualität der Abstimmung der Uhrzeiten in den beiden Messrechnern ist.

20 Nach der Erfindung werden daher die beiden Messrechner für die Ermittlung des Messergebnisses zeitlich synchronisiert, indem durch Satellitensysteme, beispielsweise GPS (global positioning system), beiden Messrechnern fortlaufend die von mehreren Satelliten gesendete  
25 Uhrzeit übermittelt wird. Hierdurch wird auf einfache Weise erreicht, dass beide Messrechner die gleichen Uhrzeiten aufweisen und die durch Differenzbildung ermittelte Zeit zwischen dem Abgang des Testpakets und dem Eingang des Testpakets der tatsächlichen Paketlaufzeit entspricht. Das Satellitensystem dient somit als  
30 Zeitgeber für die Messrechner. Diese Zeitmarken können mit einem Fehler von  $\pm 1/2$  Mikrosekunden erzeugt werden.

35 Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, wird das Messergebnis, also die Differenz der ersten Zeitmarke - Uhrzeit des Abgangs des Testpaketes vom ersten Mess-

rechner - und der zweiten Zeitmarke - Uhrzeit des Eingangs des Testpakets beim zweiten Messrechner - in einer Datenbank abgelegt. Jeder berechtigte Nutzer kann vorzugsweise dann die Messergebnisse von der Datenbank über das Telekommunikationsnetz abfragen. Hierdurch wird gewährleistet, dass die Kunden aber auch die Netzbetreiber jederzeit die Qualität der unidirektionalen Datenübertragung von dem ersten Messrechner zum zweiten Messrechner abfragen können und gegebenenfalls, beispielsweise bei Überschreiten von vorbestimmten Grenzwerten, entsprechende Maßnahmen zur Qualitätssicherung ergreifen können.

Damit nur berechtigte Nutzer die Messergebnisse abfragen können, ist für den berechtigten Nutzer in der Datenbank eine Kennung hinterlegt. Nach Übermittlung der Kennung durch den berechtigten Nutzer wird die Abfrage der Messergebnisse von der Datenbank freigegeben. Auf einfache Weise können hierdurch vorbestimmte Personen definiert werden, die die Messergebnisse abfragen dürfen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung werden von dem zweiten Messrechner die Messergebnisse über das Telekommunikationsnetz zur Datenbank übermittelt. Hierdurch werden die Messergebnisse nicht in dem Messrechner gespeichert, der möglicherweise hierdurch in seinem Messverhalten beeinträchtigt werden könnte.

Zur Feststellung von Laufzeitschwankungen werden mindestens zwei Testpakete hintereinander von dem ersten Messrechner zu dem zweiten Messrechner gesandt. Die Differenz der Laufzeiten der beiden Testpakete ergibt die Laufzeitschwankung.

Um ein lückenloses Bild über die Qualität der unidirektionalen Messverbindung von dem ersten Messrechner zu

dem zweiten Messrechner zu erhalten, werden fortlaufend Testpakete von dem ersten Messrechner zu dem zweiten Messrechner übermittelt. Damit es zu keinen Messverfälschungen durch Einschwingen der Hard- und Software kommt, variiert der zeitliche Abstand des Abgangs der Testpakete von dem ersten Messrechner.

Die Information, zu welchen Zeitpunkten kommt es zu welchen Messergebnissen, ist für die Wartung und Aufrechterhaltung des Qualitätsstandards wichtig. Es werden daher den Messergebnissen Datums- und Uhrzeitangaben zugeordnet und diese entsprechend in der Datenbank abgelegt. Hierdurch kann ohne weiteres der Qualitätsverlauf in Abhängigkeit von der Zeit überprüft werden, und auf Grundlage dieser Information können entsprechende Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung ergriffen werden.

Wie oben dargelegt wurde, wird der Abgang des Testpakets von dem ersten Messrechner mit Senden des ersten Bits eines Testpakets zeitlich festgestellt und dem Testpaket als Zeitmarke  $t_1$  mitgegeben. Der Eingang des Testpakets beim zweiten Messrechner, also wenn das letzte Bit des Testpakets empfangen wurde, wird von dem zweiten Messrechner als zweite Zeitmarke  $t_2$  erfasst. In der Praxis hat sich jedoch gezeigt, dass der Zeitpunkt  $t_1$ , also der Zeitpunkt, an dem das erste Bit von dem ersten Messrechner gesendet wird, eben nicht dieser definierte Zeitpunkt ist, sondern der Zeitpunkt, an dem das Testpaket an die Protokollsoftware, wie Treiber für die Netzwerkkarte und TCP/IP-Stack, übergeben wird, und  $t_2$  nicht der Zeitpunkt ist, an dem das letzte Bit des Testpakets von dem zweiten Messrechner empfangen wird, sondern der Zeitpunkt an dem die Protokoll-Software das Testpaket an das Messprogramm übergibt.



Wie bei jedem Messgerät, muss auch hier ein Messfehler berücksichtigt werden. Er wird durch zufällige Ereignisse im Betriebssystem, wie z. B. Prozessumschaltzeiten, durch gleichzeitiges Eintreffen von Testpaketen usw., verursacht. Damit ergibt sich für die Berechnung der tatsächlichen Verzögerung eines Testpakets:  $D_{\text{netz}} = t_1 - t_2 - D_{\text{soft}}$  mit  $(0 \dots \dots \cdot_{\text{max}})$ .

$D_{\text{soft}}$  repräsentiert den Anteil, der durch die Zeiten verursacht wird, welche die Protokollsoftware und das Betriebssystem auf der Sende- und Empfangsseite der beiden Messrechner für die Verarbeitung der Testpakete benötigt. Dieser konstante Anteil ist abhängig von der verwendeten Hard- und Software. Es muss für jedes Messgerät ermittelt und dem Messprogramm mitgeteilt werden. Daher wird für jeden Messrechner der rechnerbezogene Zeitanteil ermittelt, welche die Software und das Betriebssystem dieses Messrechners benötigen, um das Testpaket im Messrechner zu handhaben, bis die Ausgangs- oder Empfangszeit festgestellt wird. Der rechnerbezogene Zeitanteil wird von der ermittelten Laufzeit abgezogen und das Ergebnis entspricht der wahren Laufzeit, wobei dann die wahre Laufzeit das Messergebnis bildet. Der verbleibende Messfehler  $\cdot$  liegt im Bereich von 0 bis  $\cdot_{\text{max}}$ .

Für die Generierung der Zeitmarken, also der Uhrzeit der Ein- und Ausgänge der Testpakete, sind in den Messrechnern GPS-Karten installiert. In den Messrechnern ist ein Messprogramm implementiert. Das Messprogramm auf den Messrechnern hat jedoch keine eigene Bedienoberfläche, um die Messgenauigkeit der Messrechner nicht negativ zu beeinflussen. Die Messdaten werden nicht lokal auf den Messrechnern abgespeichert, da auch Festplattenzugriffe Einfluss auf die Prozessorlast und damit auf die Messgenauigkeit haben. Das Messprogramm verhält sich passiv, d. h. die Einrichtung der Messver-

bindungen, das Übertragen der Messdaten und der Status der Messrechner geschieht nur auf Anforderung durch einen separat vorgesehenen Steuerrechner.

5 Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist daher ein Steuerrechner vorgesehen, der über das Telekommunikationsnetz die Messrechner für die Ermittlung des Messergebnisses steuert, wie Einrichten der Messverbindungen, Veranlassen der Übertragung des Messergebnisses in die Datenbank, Ermittlung des Status der Messrechner und ähnliches.

10 Damit es nicht zu Verfälschungen der Messergebnisse kommt, werden während der Übertragung von Daten von einem Messrechner zum Steuerrechner keine Testpakete erfasst.

15 Um auch weitere Qualitätsmerkmale zu überprüfen, werden neben der Laufzeit und den Laufzeitschwankungen auch die Verluste bei der Übertragung der Testpakete durch die Messrechner ermittelt und entsprechend als Messergebnis in der Datenbank abgelegt.

20 Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung zur Messung der unidirektionalen Übertragungseigenschaften, wie Paketlaufzeit, Laufzeitschwankungen oder ähnliches, in einem Telekommunikationsnetz ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit dem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel.

25 Die Erfindung wird im folgenden anhand des in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher beschrieben. In der Beschreibung, in den Patentansprüchen, der Zusammenfassung und in der Zeichnung werden die in der hinten angeführten Liste der Bezugszeichen

30

35

verwendeten Begriffe und zugeordneten Bezugszeichen verwendet.

In der Zeichnung bedeutet:

5

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Telekommunikationsnetzes mit zwei Messrechnern zur Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung.

10

In Fig. 1 ist schematisch ein Telekommunikationsnetz 10 dargestellt, das aus mehreren Vermittlungseinrichtungen 12 bis 22 besteht, die über Verbindungsleitungen 24 miteinander verbunden sind.

15

Die Vermittlungseinrichtung 14 ist einem ersten Messrechner 26 und die Vermittlungseinrichtung 18 einem zweiten Messrechner 28 zugeordnet. In jedem Messrechner 26, 28 ist ein Messprogramm zur Messung der unidirektionalen Übertragungseigenschaften installiert.

20

Jeder Messrechner 26, 28 ist mit einer GPS-Antenne (global positioning system) verbunden und mit einer GPS-Karte zur Verarbeitung der über die GPS-Antenne empfangenen Daten versehen. GPS-Antenne und GPS-Karte bilden zusammen die GPS-Einheit 30.

25

Die Verbindung 24 zwischen dem ersten Messrechner 26, der Vermittlungseinrichtung 14, der Vermittlungseinrichtung 16, der Vermittlungseinrichtung 18 und dem zweiten Messrechner 28 bildet die Messstrecke 32, die strichliert gekennzeichnet ist.

30

Der Vermittlungseinrichtung 12 ist ein Steuerrechner 34 zugeordnet. Der Steuerrechner 34 wirkt mit einer Datenbank 36 zusammen.

35

Der Vermittlungseinrichtung 20 ist über die Verbindungsleitung 24 ein weiterer Rechner 38 zugeordnet, der im folgenden als Arbeitsstation bezeichnet wird.

5 Bei dem Telekommunikationsnetz 10 handelt es sich beispielsweise um das Internet.

10 Ziel der Messanordnung ist es, zunächst einmal die Paketlaufzeit von dem ersten Messrechner 26 über die Messstrecke 32 zu dem zweiten Messrechner 28 zu ermitteln. Es handelt sich somit um eine unidirektionale Messverbindung, bei der einzelne Testpakete von dem ersten Messrechner 26 zu dem zweiten Messrechner 28 gesendet werden.

15 Auf der Messstrecke 32 werden nun von dem ersten Messrechner 26 Testpakete mit einer konstanten oder exponentialen zeitlichen Verteilung zum zweiten Messrechner 28 gesendet. Die Testpakete werden dabei mit Hilfe des User Datagram Protocols (UDP) verschickt. Dies ist ein verbindungsloses Internet-Transportprotokoll, das auf IP aufsetzt. Die Testpakete enthalten u. a. Zeitmarken und Sequenznummern.

25 Um die unidirektionale Laufzeit mit ausreichender Genauigkeit messen zu können, werden die Zeitmarken von der GPS-Einheit 30 generiert. Damit können die Zeitmarken mit einem Fehler von  $\pm 1/2$  Mikrosekunden erzeugt werden. Hierbei wird die Zeitmarke vom ersten Messrechner 26 gesetzt, wenn das erste Bit eines Testpakets gesendet wurde. Dies entspricht dem Zeitpunkt  $t_1$ .

35 Damit die GPS-Einheiten 30 die exakte Zeit ermitteln können, muss jede GPS-Einheit 30 Signale von mehreren Satelliten (maximal sechs) empfangen. Sinkt die Anzahl der empfangbaren Satelliten z. B. aufgrund einer ungünstigen Wetterlage für längere Zeit auf 1 ab, so wird

die interne Uhr nicht synchronisiert. Der erste Messrechner 26 unterbricht in diesem Fall das Senden der Testpakete und generiert eine entsprechende Fehler-/Statusmeldung an den Steuerrechner 34.

5

Wie jedes Messgerät muss auch dieses Messsystem kalibriert werden. Kalibrierung bedeutet in diesem Fall die Ermittlung des konstanten Anteils  $D_{\text{soft}}$ . Hierfür sendet jeder Messrechner 26, 28 nach dem Start seines Messprogramms Testpakete an seine eigene IP-Adresse. Diese Testpakete durchlaufen zweimal den TCP/IP-Stack. Die ermittelte minimale Laufzeit entspricht der doppelten Durchlaufzeit durch den TCP/IP-Stack. Der durch zwei dividierte Wert ist der Kalibrierungswert für diesen Messrechner 26, 28. Für eine Verbindung zwischen dem ersten Messrechner 26 und dem zweiten Messrechner 28 ergibt sich damit für  $D_{\text{soft}}$ :

10

15

$$D_{\text{soft}} = CV_{\text{src}} + CV_{\text{dest}},$$

20

wobei CV der Kalibrierungswert ist und src für Quelle und somit für den ersten Messrechner 26 und dest für Senke und somit für den zweiten Messrechner 28 steht.

25

Das Testpaket wird nun über die Messstrecke 32, also über die Verbindungsleitung 24, die Vermittlungsstelle 14, die Vermittlungsstelle 16 und die Vermittlungsstelle 18 zum zweiten Messrechner 28 gesendet. Wenn das letzte Bit des Testpakets beim zweiten Messrechner empfangen wurde, wird die zweite Zeitmarke erfasst. Dies entspricht dem Zeitpunkt  $t_2$ . Die zweite Zeitmarke  $t_2$  wird von dem zweiten Messrechner 28 ebenfalls durch eine GPS-Einheit 30 generiert.

30

35

Aus  $t_1$  und  $t_2$  wird nunmehr unter Berücksichtigung eines rechnerbezogenen Zeitanteils  $D_{\text{soft}}$  die Paketlaufzeit  $D_{\text{netz}}$  entsprechend der Formel  $D_{\text{netz}} = t_1 - t_2 - D_{\text{soft}}$  berechnet und

dieser Wert als Messergebnis dem Steuerrechner 34 übermittelt und in der Datenbank 36 ablegt. Über den Monitor des Steuerrechners 34 sind die Ergebnisse fortlaufend online darstellbar.

5 Um unidirektionale Laufzeitschwankungen feststellen zu können, werden fortlaufend Testpakete von dem ersten Messrechner 26 zu dem zweiten Messrechner 28 in der eben beschriebenen Art und Weise gesendet. Die Laufzeit-  
10 schwankung ist dabei die Differenz zwischen der gemessenen unidirektionalen Laufzeit eines Testpakets und der gemessenen Laufzeit des vorhergehenden Testpakets, sodass sich folgende Formel ergibt:  $t_{\text{jitter}} = D_n - D_{n-1}$ , wobei  $D_n$  die unidirektionale Laufzeit des Testpakets n und  
15  $D_{n-1}$  die Laufzeit des Paketes n-1 ist und  $t_{\text{jitter}}$  die Laufzeitschwankung.

20 Zudem können noch über die Messrechner 26, 28 und über den Steuerrechner 34 Paketverluste ermittelt und dargestellt werden.

25 Damit nun jeder berechtigte Nutzer die Möglichkeit hat, die Qualität der Verbindung von dem ersten Messrechner 26 zu dem zweiten Messrechner 28 abzufragen, kann er dies beispielsweise von seiner Arbeitsstation 38. Er wählt sich hierfür über das Internet in die Datenbank  
30 36 ein, übermittelt seine Kennung und, bei Übereinstimmen der Kennung, kann er die Daten, wie Paketlaufzeit, Laufzeitschwankung, Paketverluste oder ähnliches, abfragen. Das Messergebnis in der Datenbank enthält dabei das Erstellungsdatum, den Namen des ersten Messrechners, die IP-Adresse des ersten Messrechners, den Namen des zweiten Messrechners, die IP-Adresse des zweiten Messrechners sowie die Portnummer. Das Format der Messwertdateien sieht dabei wie folgt aus:  
35

Status-Zeitstempel-Paketlaufzeit-Sequenznummer-  
Paketlänge-TOS.

5 Der Status gibt an, ob der Zeitstempel und der Wert für  
die Paketlaufzeit gültig sind. Ist der Statuswert un-  
gleich 0, so sind nur die Werte Sequenznummer, die für  
die Verlustberechnung erforderlich ist, die Paketlänge  
und TOS gültig. Der Zeitstempel gibt den Zeitpunkt an,  
10 an dem das Testpaket von dem zweiten Messrechner 28 an  
den Steuerrechner 34 abgesendet wurde.

Pro Messverbindung mit einem mittleren Paketabstand von  
einer Sekunde muss bei einer Datenlänge von ca. 50 Byte  
mit einem Datenvolumen von etwa 4,3 Megabyte pro Tag  
15 gerechnet werden.

Die Erfindung zeichnet sich durch die einfache Möglich-  
keit aus, über die Synchronisation die Uhren der beiden  
Messrechner 26, 28 eine ausreichend genaue Messung zur  
20 Erfassung der Paketlaufzeit, der Laufzeitschwankungen  
und ähnliches durchzuführen.

## B E Z U G S Z E I C H E N L I S T E

	10	Telekommunikationsnetz
5	12	Vermittlungseinrichtung
	14	Vermittlungseinrichtung
	16	Vermittlungseinrichtung
	18	Vermittlungseinrichtung
	20	Vermittlungseinrichtung
10	22	Vermittlungseinrichtung
	24	Verbindungsleitung
	26	erster Messrechner
	28	zweiter Messrechner
	30	GPS-Einheit
15	32	Messstrecke
	34	Steuerrechner
	36	Datenbank
	38	weiterer Rechner, Arbeitsstation
	$D_{\text{netz}}$	Paketlaufzeit
20	$D_{\text{soft}}$	rechnerbezogener Zeitanteil - insgesamt
	$t_{\text{jitter}}$	Laufzeitschwankung
	$t_1$	Zeitmarke des Abgangs des Testpakets
	$t_2$	Zeitmarke des Eingangs des Testpakets
	•	Messfehler
25	$CV_{\text{src}}$	rechnerbezogener Zeitanteil - erster Messrechner
	$CV_{\text{dest}}$	rechnerbezogener Zeitanteil - zweiter Messrechner

30



## P A T E N T A N S P R Ü C H E

5

1. Verfahren zur Messung der unidirektionalen Übertragungseigenschaften, wie Paketlaufzeit ( $D_{\text{netz}}$ ), Laufzeitschwankungen ( $t_{\text{jitter}}$ ) und der hieraus ableitbaren Ergebnisse, in einem Telekommunikationsnetz (10), wie Internet, Intranet oder ähnliches, zwischen zumindest zwei Messrechnern (26, 28), bei dem Testpakete von einem ersten Messrechner (26) zu einem anderen zweiten Messrechner (28) übertragen werden, der erste Messrechner (26) den zeitlichen Abgang ( $t_1$ ) des abgehenden Testpakets erfasst und diese Uhrzeit mit dem Testpaket mit übermittelt und der zweite Messrechner (28) den zeitlichen Eingang ( $t_2$ ) des Testpakets erfasst und durch Differenzbildung zwischen der Uhrzeit des Abgangs von dem ersten Messrechner (26) und der Uhrzeit des Eingangs in dem zweiten Messrechner (28) die Laufzeit ( $D_{\text{netz}}$ ) des Testpakets - Messergebnis - ermittelt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Messrechner (26, 28) für die Ermittlung des Messergebnisses zeitlich synchronisiert werden, indem durch Satellitensysteme (30), beispielsweise GPS (global positioning system), beiden Messrechnern (26, 28) fortlaufend die von mehreren Satelliten gesendete Uhrzeit übermittelt wird.

30

2. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Messergebnis in einer Datenbank (36) abgelegt wird.

35

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder, insbesondere berechnete, Nutzer die Messergebnisse von der Datenbank (36) über das Telekommunikationsnetz (10) abfragen kann.

5

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass für den berechtigten Nutzer in der Datenbank (36) eine Kennung hinterlegt ist und nach Übermittlung der Kennung durch den berechtigten Nutzer die Abfrage der Messergebnisse von der Datenbank (36) freigegeben wird.

10

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass von dem zweiten Messrechner (28) die Messergebnisse über das Telekommunikationsnetz (10) zur Datenbank (36) übermittelt werden.

15

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Feststellung von Laufzeitschwankungen ( $t_{\text{jitter}}$ ) mindestens zwei Testpakete hintereinander von dem ersten Messrechner (26) zu dem zweiten Messrechner (28) gesandt werden.

20

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass fortlaufend Testpakete von dem ersten Messrechner (26) zu dem zweiten Messrechner (28) übermittelt werden, wobei insbesondere der zeitliche Abstand des Abgangs der Testpakete von dem ersten Messrechner variiert.

25

30

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass den Messergebnissen Datums- und Uhrzeitangaben zugeordnet und diese entsprechend in der Datenbank (36) abgelegt werden, sodass erkennbar ist, zu welchen Zeitpunkten es zu welchen Messergebnissen kam.

35

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass für jeden Messrechner (26, 28) der rechnerbezogene Zeitanteil ( $D_{\text{soft}}$ ,  $CV_{\text{src}}$ ,  $CV_{\text{dest}}$ ) ermittelt wird, welche die Software und das Betriebssystem dieses Messrechners (26, 28) benötigt, um das Testpaket im Messrechner (26, 28) zu handhaben, bis die Ausgangs- oder Empfangszeit festgestellt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der rechnerbezogene Zeitanteil ( $D_{\text{soft}}$ ) von der Laufzeit abgezogen wird und das Ergebnis der wahren Laufzeit ( $D_{\text{netz}}$ ) entspricht, wobei dann die wahre Laufzeit ( $D_{\text{netz}}$ ) das Messergebnis bildet.
11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Steuerrechner (34) vorgesehen ist, der über das Telekommunikationsnetz (10) die Messrechner (26, 28) für die Ermittlung des Messergebnisses steuert, wie Einrichten der Messverbindungen, Veranlassen der Übertragung der Messergebnisse in die Datenbank (36), Ermittlung des Status der Messrechner (26, 28) und ähnliches.
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass während der Übertragung von Daten von einem Messrechner (26, 28) zum Steuerrechner (34) keine Testpakete erfasst werden.
13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass neben der Laufzeit ( $D_{\text{netz}}$ ) und den Laufzeitschwankungen ( $t_{\text{jitter}}$ ) auch die Verluste bei der Übertragung der Testpakete ermittelt und entsprechend als Messergebnis in der Datenbank (36) abgelegt werden.

14. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche.

1/1

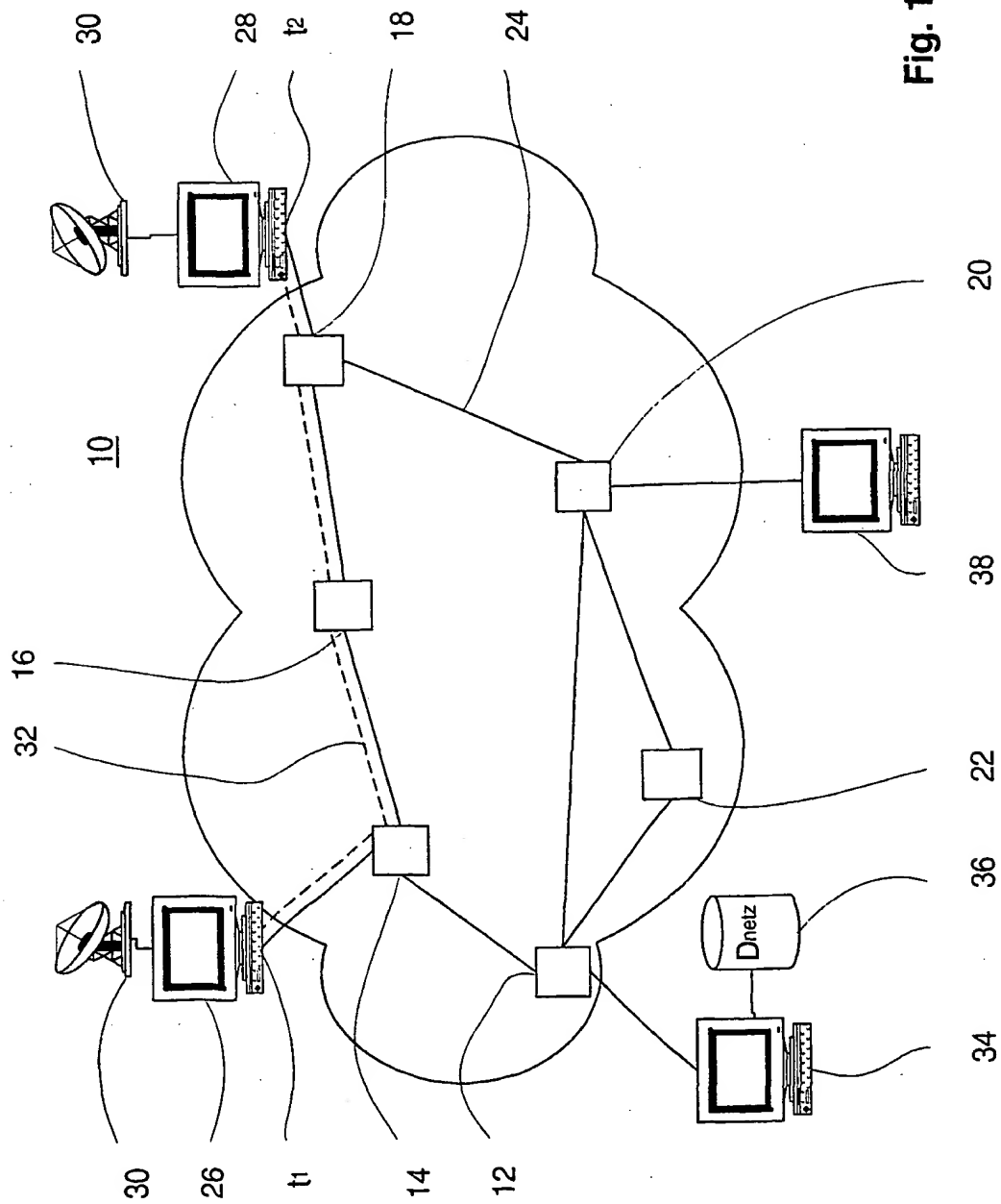


Fig. 1

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

WO 02/25821 A2  
Systran computer translation

B E S C H R E I B U N G procedure for the measurement of the unidirectional Uebertragungseigenschaften, like package run time, run time schwankungen and the results derivable from this, in a telecommunications network the invention concerns a procedure for the measurement of the unidirectional transfer characteristics, like package run time, run time fluctuations and the results, in a telecommunications network in accordance with in the header of the demand 1 indicated type, derivable from this, as well as a device for the execution of the procedure in accordance with the demand 14.

It is well-known, measurements of the unidirectional Uebertragungseigenschaften, like package run time, run time fluctuations or the like, in a telecommunications network, as Internet, Intranet or the like to execute between at least two measuring computers. Here by a first measuring computer a testpaket to another second measuring computer is transferred, whereby the first measuring computer enters the temporal issue of the outgoing testpaketes and this time-of-day with the testpaket with transmitted and the second measuring computer enters the temporal input of the testpaketes and by difference formation between the time-of-day of the issue of the first measuring computer and the time-of-day of the input in the second measuring computer the run time result of measurement result of measurement result of measurement - determines. The time-of-day of the issue of the first measuring computer detects the second measuring computer from the testpaket, in which the information is contained as zeitmarke.

The zeitmarken can be won by different procedures: before dispatching the testpaketes the measuring computers of a third computer determine the time-of-day over the telecommunications network. The third computer gives thus the reference time for the two measuring computers. Problematic with this procedure it is however that it comes to time fluctuations due to different transmittal times of the time-of-day to the measuring computers.

The results of measurement will be able thereby inaccurately and for the view of quality of the unidirectional Uebertragungseigenschaften in a telecommunications network not to be used. The moreover one also the well-known rotating measurements are in the telecommunications network, thus measurement of the package run time of the first measuring computer inaccurate over the second measuring computer and back, much too, since a symmetrical connection between the two measuring computers cannot be presupposed. For example the connection from the first measuring computer to the second measuring computer can take a first way and the connection from the second measuring computer to the first measuring computer a second way, which is unequal to the first way. To that extent also predicates about the package run times are to be received with these measuring procedures for a view of the unidirectional transfer characteristics not usefully, if one would divide the package run time of the rotating measurement by two, in order a unidirectional run time.

The implementation of new services in the telecommunications network, in particular the Internet, required however a more or less guaranteed data transmission rate, for example for the transfer of printing jobs at printing. Also an upper boundary for package delay and run time fluctuation is required, e.g. for IP Telefonie telefonie-und video conference.

The crucial quality criterion is thereby however the unidirectional package run time, the run time fluctuations, the package losses, derivable from it, the throughput and the accessibility.

From this it is then possible, for the customer for or several this parameter of maximum values for package run times to assure run time fluctuations and losses and/or minimum values for the throughput. Besides the adherence to these values of the service tenderer and the customer must

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



be examinable.

The unidirectional package run time corresponds thereby to the difference between the point in time  $t_1$ , if the first bit of a testpakets were transmitted by a first measuring computer, and the second point in time  $t_2$ , if the last bit of the testpakets became to receive from the second measuring computer. The package run time  $D_{netz}$  in a telecommunications network results thereby to  $D_{netz}=t_2-t_1$ .

By unidirectional run time fluctuations one understands the differences between the different run times of the testpakete about a first measuring computer - to source-to measuring computer-lower second. The run time fluctuation is regarded in each case for a transfer direction.

With the definition the still following distinction is made: To a page will from a defined source or a first measuring point to a defined lower or a second measuring point the pair from testpaketen to transfer. Then the run time fluctuation is the Differenz between the measured run time of the second testpakets and the measured run time of the first testpakets of the transmitted pair of testpaketen.

On the other page will a current of testpaketen of a defined source or a first measuring point to a defined lower or a second measuring point to transfer. A package stream becomes thereby by logically following each other testpakete gebildet, numbered packages -, which will bertragen in a fixed order ue. The run time fluctuation is the difference between the measured unidirectional run time of a testpakets and the measured run time of the predecessor package. In general the following applies:  $t_{jitter}=D_n-D_{n-1}$ .  $D_n$  is more  $t_{jitter}$  the unidirectional run time of the testpaketes  $n$  and  $D$  the run time of the package  $n-1$ . is then the run time fluctuation. Occurring the run time fluctuation is a direct sequence of different run times of the testpakete. By a package loss one understands, if the first bit of an individual testpaketes, which lowers from a defined source to a defined is transmitted, does not lower those achieved. Of a package loss one speaks further, if a testpaket, which arrives with the recipient, but with that at least one bit is falsified, or a testpaket, whose run time exceeds a pre-determined period, for example 255 seconds.

Thereby only one transmission direction is regarded.

The measuring data are entered, by a received testpaket als "1"zaehlt, a package loss als "0". The package loss is measured over a defined time interval. With the recipient the delay is by run time to beru hit a corner itself tigen with the selection of the measuring interval.

The invention is the basis the function, a procedure for the measurement of the unidirectional transfer characteristics, how package run time, to train run time fluctuations further in such a manner and the results in a telecommunications network, derivable from this that under avoidance of the disadvantages mentioned a more precise measurement is enabled.

This function is solved for the procedure by the characteristic features of the demand 1 in connection with its header features and for the device by the demand 14.

The invention is the basis the realization that of crucial importance for the quality of the result of measurement the quality of the tuning of the time-of-day is in the two measuring computers.

After the invention therefore the two measuring computers for the determination of the result of measurement are synchronized temporally, as by satellite systems, for example government inspection department (global positioning system) is transmitted, to both measuring computers sequentially the time-of-day transmitted by several satellites. Thereby it is achieved in a simple manner that both measuring computers indicate the same clock times and the time between the issue of the testpakets and the input of the testpakets, determined by difference formation, corresponds to the actual package run time. The satellite system serves thus as interval timer for the measuring computers. These zeitmarken can be produced with an error of 1/2 microseconds. In accordance with an execution form of the invention, the result of measurement is thus stored,

THIS PAGE BLANK (USE)

the difference of the first zeitmarke time-of-day of the issue of the testpakete by the first measuring rechner-und the second time-of-daytime-of-day time-of-day of the input of the testpakets with second Messrechner in a data base. Each entitled user can test preferably then the results of measurement of the data base over the telecommunications network. Thereby it is ensured that the customers in addition, the network carriers the quality of the unidirectional data communication of the first measuring computer to the second measuring computer to test at any time to be able and if necessary, for example when exceeding pre-determined limit values, appropriate measures for quality assurance to seize be able.

So that only entitled users know the results of measurement abfra towards, an identifier is deposited for the entitled user in the data base. After transmittal of the identifier by the entitled user the query of the results of measurement is released by the data base. In a simple manner thereby pre-determined persons can be defined, who may test the results of measurement.

In accordance with a further execution form of the invention by the second measuring computer the results of measurement are transmitted over the telecommunications network to the data base. Thereby the results of measurement are not stored in the measuring computer, which could be impaired possibly thereby in its measuring behavior.

For the statement of run time fluctuations at least two testpakete are transmitted consecutively from the first measuring computer to the second measuring computer. The difference of the run times of the two testpakete results in the run time fluctuation.

In order a continuous picture over the quality of the unidirectional measuring connection from the first measuring computer to the second measuring computer too received, sequentially testpakete are transmitted from the first measuring computer to the second measuring computer. So that it to no Messverfael schungen by a rockers Hard-und software comes, the temporal distance of the issue of the testpakete from the first measuring computer varies.

The information, to which points in time it comes, is to which results of measurement for maintenance and maintenance of the quality standard important. Therefore Datums-und time-of-day specification are assigned to the results of measurement and this in the data base are stored accordingly. Thereby easily the quality process as a function of the time can be checked, and on basis of this information appropriate measures can be taken for quality improvement.

As was stated above, the issue of the testpakets is determined temporally by the first measuring computer with the transmitting of the first bit of a testpakets and given to the testpaket as zeitmarke t1. The input of the testpakets with the second measuring computer, if the last bit of the testpakets became to thus receive, is entered of the second measuring computer as the second zeitmarke t2. In practice has itself however shown that the point in time t1, thus the point in time, is on which the first bit is transmitted by the first measuring computer evenly not this defined point in time, but the point in time, on which the testpaket is transferred to the log often commodity, like drivers for the network card and TP/IP stack, and t2 are not the point in time, on which the last bit of the testpakets will receive from the second measuring computer, but the point in time at that the log often commodity the testpaket to the measuring program transfers. As is the case for each measuring instrument, a measuring error must be considered also here. It becomes by fortuitous events in the operating system, like z. B. Process switching times, by simultaneous arrival of testpaketen etc., caused. Thus arises for the calculation of the actual delay of a testpakets:  $D_{netz} = t_2 - t_1$  Dsoft memo 0 Dsoft represents the proportion, which is caused by the times, which the log often commodity and the operating system on Sende-und reception page of the two measuring computers for the processing of the testpakete necessarily. This constant proportion depends on used Hard-und software. It must be determined for each measuring instrument and indicated to the measuring program.

Therefore for each measuring computer the computer-referred allocated time is determined,

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

which the software and the operating system of this measuring computer to need, in order to handle the testpaket in the measuring computer, until Ausgangs-oder reception time is determined. The computer-referred allocated time is deducted from the determined run time and the result corresponds to the true run time, whereby then the true run time forms the Messergebnis. The remaining measuring error is situated within the range of 0 to #max.

For the generation of the zeitmarken, thus, government inspection department cards are installed for the time-of-day Ein-und of outputs of the testpakete in the measuring computers. In the measuring computers a measuring program is implemented. The measuring program on the measuring computers has however no own user surface, in order not to influence the measuring accuracy of the measuring computers negatively. The measuring data are not stored locally on the measuring computers, since also fixed disk accesses have influence on the processor load and thus on the measuring accuracy. The measuring program behaves passively, d. h. the mechanism linkages, transferring the measuring data and the status of the measuring computers is done only on request via a control computer separately designated.

After a further execution form of the invention therefore a control computer is intended, which controls the measuring computers for the determination of the result of measurement via the telecommunications network, like a creating of the measuring connections, arranging the transfer of the result of measurement into the data base, determination of the status of the measuring computers and the like.

So that it does not come to falsifications of the results of measurement, during the transfer of data of a measuring computer to the control computer no testpakete are entered.

In order to check also further quality criteria, apart from the run time and the run time fluctuations also the losses are determined during the transfer of the testpakete by the measuring computers and accordingly than result of measurement in the data base stored.

Further advantages, features and application possibilities of the available invention for the measurement of the unidirectional transfer characteristics, like package run time, run time fluctuations or the like, in a telecommunications network result from the following description in connection with the execution example represented in the drawing.

The invention is more near described in the following on the basis the execution example represented in the drawing. In the description, into which Patentanspruch, which becomes summary and in the drawing the terms used in the list of the reference symbols stated in the back and assigned reference symbols used.

In the drawing means: Fig. 1 a schematic representation Telekom of a munikationsnetzes with two measuring computers to

Execution of the procedure after the Erfindung.

In Fig. 1 is schematically a telecommunications network 10 represented, which consists of several switching equipment 12 to 22, which is connected by junction lines 24.

The switching equipment 14 is assigned to a first measuring computer 26 and the switching equipment 18 second measuring computer 28. In each measuring computer 26.28 a measuring program for the measurement of the unidirectional transfer characteristics is installed.

Each measuring computer 26.28 is with a government inspection department antenna (global positioning system) connected and with a government inspection department card for the processing of the data received over the government inspection department antenna provided. Government inspection department antenna and government inspection department card form together the government inspection department unit 30.

The connection 24 between the first measuring computer 26, which switching equipment 14, which switching equipment 16, the measuring section 32, which is strichliert characterized, forms switching equipment 18 and the second measuring computer 28 for which.

**THIS PAGE BLANK (USFC)**

A control computer 34 is assigned to the switching equipment 12. The control computer 34 cooperates with a data base 36.

A further computer 38 is assigned to the switching equipment 20 over the junction line 24, which is called in the following work station.

With the telecommunications network 10 it concerns for example the Internet.

Target of the measuring instrument is it to determine first of all the package run time of the first measuring computer 26 over the measuring section 32 to the second measuring computer 28. It concerns thus a unidirectional measuring connection, with which individual testpakete are transmitted by the first measuring computer 26 to the second measuring computer 28.

On the measuring section 32 now by the first measuring computer 26 testpakete with a constant or expotentialen temporal distribution are transmitted to the second measuring computer 28. The testpakete are sent away thereby with the help of the user Datagram Protocols (UDP). This is a connectionverbindungsloses Internet Transportprotokoll, which puts on IP. The testpakete contain u. A. Zeitmarken and sequence numbers.

In order to be able, become to measure the unidirectional run time with sufficient accuracy the zeitmarken of the government inspection department unit 30 generates. Thus the zeitmarken with an error can be produced of 1/2 microseconds. Here the zeitmarke is set by the first measuring computer 26, if the first bit of a testpakets were transmitted. This corresponds to the point in time t.

So that the government inspection department units 30 can determine the accurate time, each government inspection department unit must receive 30 signals from several satellites (max. six). The number of receptionempfangbaren satellites z. B sinks. due to unfavorable weather conditions for longer time on 1 off, then the internal clock is not synchronized. The first measuring computer 26 interrupts a transmitting of the testpakete in this case and generates appropriate errors / status message to the control computer 34.

As each measuring instrument must be calibrated also this measuring system. Calibration meant in this case the determination of the constant proportion of Dsoft for this transmits 26,28 to each measuring computer to the start of its measuring program of testpakete to its own IP address. These testpakete pass through twice the TP/IP stack. The determined minimum run time corresponds to the double turn-around time by the TP/IP stack. The value divided by two is the calibration value for this measuring computer 26,28. For a connection between the first measuring computer 26 and the second measuring computer 28 arises thereby for Dsoft: Dsoft 'VSR+VAEST whereby CV the calibration value is and src for source and thus for the first measuring computer 26 and dest for lowers and thus for the second measuring computer 28 is. The testpaket is thus transmitted now over the measuring section 32, over the junction line 24, the switching center 14, the switching center 16 and the switching center 18 to the second measuring computer 28. If the last bit of the testpakets became to receive with the second measuring computer, the second zeitmarke is entered. This corresponds to the point in time t2. The second zeitmarke t2 is likewise generated by the second measuring computer 28 by a government inspection department unit 30.

From t1 and t now with consideration of a computer-referred allocated time Dsoft the package run time Dnetz is transmitted to the control computer 34 and in the data base 36 according to the formula  $D_{netz} = t_1 - t_2 - D_{soft}$  berechnet and this value as result of measurement stores. Over the monitor of the control computer 34 the results sequentially on-line are representable.

In order to be able to determine unidirectional run time fluctuations, become sequentially testpakete by the first measuring computer 26 the second measuring computer 28 in the evenly described manner transmitted. The run time fluctuation is thereby the difference between the measured unidirectional run time of a testpakets and the measured run time of the preceding

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



testpakets, so that the following formula results:  $T_{jitter} = D_n - D_{n-1}$  } whereby D the unidirectional run time of the testpakets n and D the run time of the package n-1 is more jitter and the run time fluctuation.

Besides still 26.28 and over the control computer 34 package losses can be determined and represented over the measuring computers.

So that now each entitled user has the possibility of testing the quality of the connection of the first measuring computer 26 to the second measuring computer 28 it can do this for example of its work station 38. He selects himself for this over the Internet into the data base 36 in, transmits its identifier and, with over once in men the identifier, can he the data, like package run time, run time fluctuation, package losses or the like, test. The result of measurement in the data base contains thereby the creation date, the name of the first measuring computer, the IP address of the first measuring computer, the name of the second measuring computer, the IP address of the second measuring computer as well as the port number. The format of the measured value files looks thereby as follows: Status time stamp package run time sequence number package lengthening OS.

The status indicates whether the time stamp and the value for the package run time are valid. If the status value is not equal to 0, then only the values sequence number, which is necessary for the loss calculation, are the package length and TOS valid. The time stamp indicates the point in time, on which the testpaket was dispatched by the second measuring computer 28 to the control computer 34.

Per measuring connection with a middle package distance of one second byte must be counted on a volume of data by approximately 4.3 megabyte per day with a data length of approx. 50. The invention is distinguished by the simple possibility of executing over the synchronisation the clocks of the two measuring computers 26.28 sufficiently a precise measurement for the entry of the package run time, the run time fluctuations and the like.

BEZUGSZEICHENLISTE 10 telecommunications network 12 switching equipment 14 switching equipment 16 switching equipment 18 switching equipment 20 switching equipment 22 switching equipment 24 junction line 26 first measuring computer 28 second measuring computer 30 government inspection department unit 32 measuring section of 34 control computers 36 data base 38 further computer, work station Dnetz package run time Dsoft more computer-referred allocated time altogether jitter run time fluctuation t1 zeitmarke of the issue of the testpakets t2 zeitmarke of the input of the testpakets measuring error VSRC computer-referred allocated time - first measuring computer VDEST more computer-referred allocated time second measuring computer

**PATENT CLAIMS** 1. Procedure for the measurement of the unidirectional transfer characteristics, like package run time (Dnetz), run time fluctuations (more jitter) and from this the derivable

Results, in a telecommunications network (10), like Internet, Intranet or the like, between to mindest two measuring computers (26,28), with which Testpa kete from a first measuring computer (26) to one to their second measuring computer (28) will transfer, the first measuring computer (26) the temporal issue (t1) of the outgoing testpakets enters and this

Time-of-day with the testpaket with transmitted and the second measuring computer (28) the temporal input (t2) of the testpakets enters and by difference formation between the time-of-day of the issue of first

Measuring computer (26) and the time-of-day of the input in the second measuring computer (28) the run time (Dnetz) of the

**THIS PAGE BLANK (USPIC)**

Result of measurement-determined, thus it indicates that the two measuring computers (26,28) for the determination of the result of measurement are synchronized temporally, as by Satellitensystem ME (30), for example government inspection department (global positioning system) averages, both measuring computers (26,28) sequentially the time-of-day transmitted by several satellites over becomes.

2. Procedure according to demand 1 or 2, by the fact gekennzeichnet draws that the result of measurement is stored in a data base (36).

3. Procedure according to demand 2, by it characterized that everyone entitled, especially, user those

Results of measurement of the data base (36) over width unit telekommunikationsnetz (10) to test knows.

4. Procedure according to demand 3, by the fact characterized that for the entitled user in the data base (36) an identifier is deposited and after over memory the identifier by the entitled user those

Query of the results of measurement is released by the data base (36).

5. Procedure after one of the demands 2 to 4, by the fact characterized that from the second measuring computer (28) the results of measurement over the Telekommunikationsnetz (10) to the data base (36) transmits who that.

6. Procedure after one of the preceding demands, by the fact characterized that for the statement of run time fluctuations (more jitter) at least two Testpa it kete consecutively by the first measuring computer (26) to the second measuring computer (28) is transmitted.

7. Procedure after one of the preceding demands, by the fact characterized that sequentially testpakete of the first measuring computer (26) to second

Measuring computer (28) to be transmitted, whereby insbe separates the temporal distance of the issue the test packages of the first measuring computer varied.

8. Procedure after one of the preceding demands, by the fact characterized that the results of measurement

Datums-und time-of-day specification to be assigned and this in the data base (36) be stored accordingly, so that is recognizable, to which points in time it to which results of measurement came.

9. Procedure indicated which after one of the preceding demands, by it that for each measuring computer (26,28) the computer-referred allocated time (Dsoft, VSRC, VDEST) is determined, the software and that

Operating system of this measuring computer (26,28) benoe tigt, in order to handle the testpaket in the measuring computer (26,28), until Ausgangs-oder reception time is determined.

10. Procedure according to demand 8, by the fact characterized that the computer-referred allocated time (Dsoft) of that

Run time is deducted and the result of the true

Run time (Dnetz) corresponds, whereby then the true

Run time (Dnetz) the result of measurement forms.

11. Procedure after one of the preceding demands, by the fact characterized that a control computer (34) is intended, which controls the measuring computers (26,28) for the determination of the result of measurement via the telecommunications network (10), like a creating of the measuring connections, arranging the transfer that

Results of measurement into the data base (36), determination of the status of the measuring computers (26,28) and the like.

12. Procedure according to demand 11, by the fact characterized that during the transfer of data of one

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Measuring computer (26,28) to the control computer (34) none  
Testpakete to be entered.

13. Procedure after one of the preceding demands, by the fact characterized that apart from the  
run time (Dnetz) and the run time fluctuations (more twitter) also those

Losses during the transfer of the testpakete are ermit telt and accordingly as result of  
measurement in the since tenbank (36) stored. 14. Device for the execution of the procedure  
after one of the preceding demands.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**